streetscooter!

Bezahlbare Elektromobilität
für urbane Räume

„Innovative Ansätze und Methoden für die Entwicklung und Industrialisierung eines Elektrofahrzeugs“

Tobias Reil
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.

Osnabrück, den 13. Dezember 2011

Unsichere Marktentwicklung: bis zu 400.000 Fahrzeuge können in Deutschland in 2015 verkauft werden

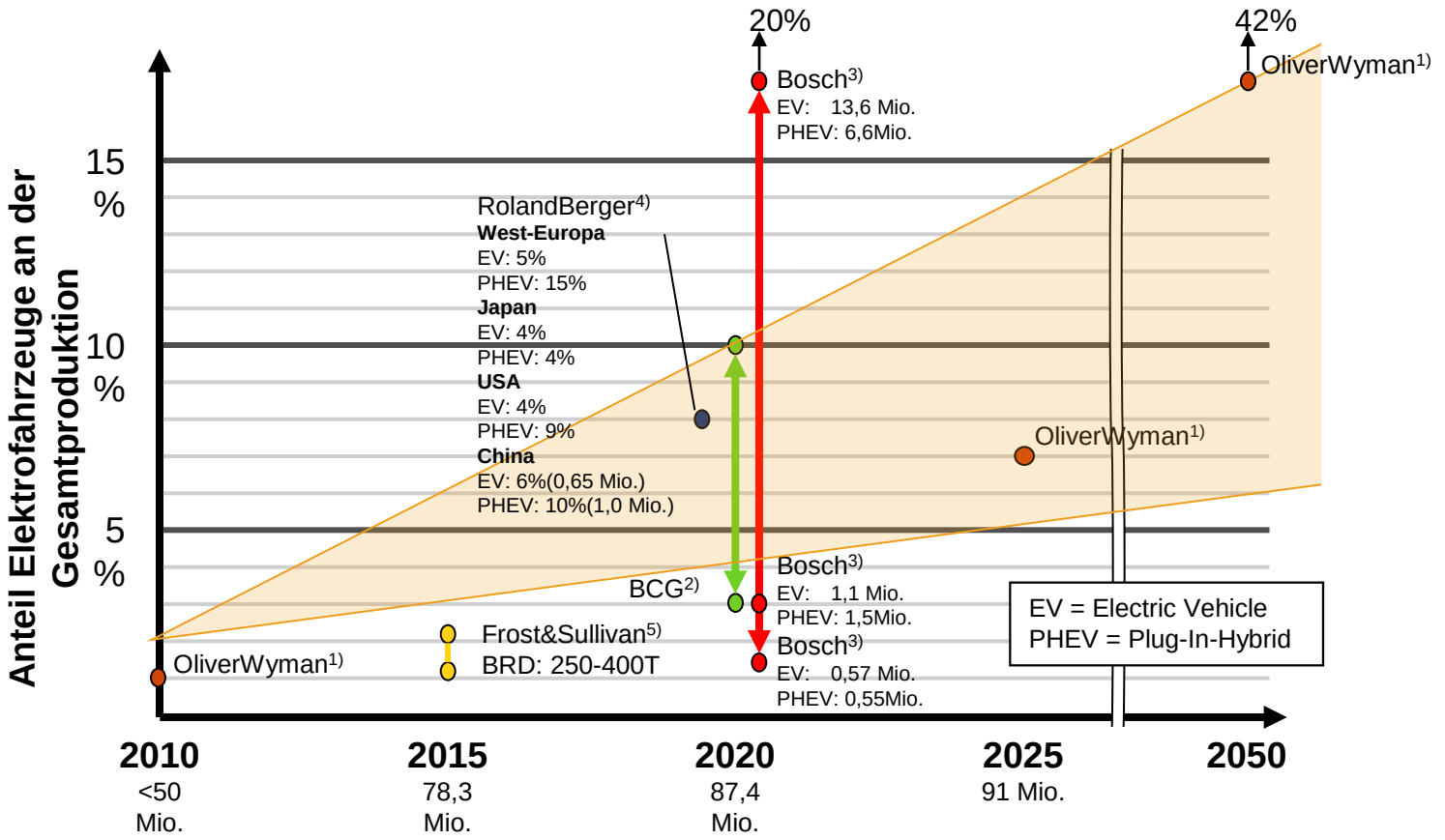
Treiber

Ölpreis

Abgasvor-schriften

Urbani-sierung

Grünes Bewusstsein

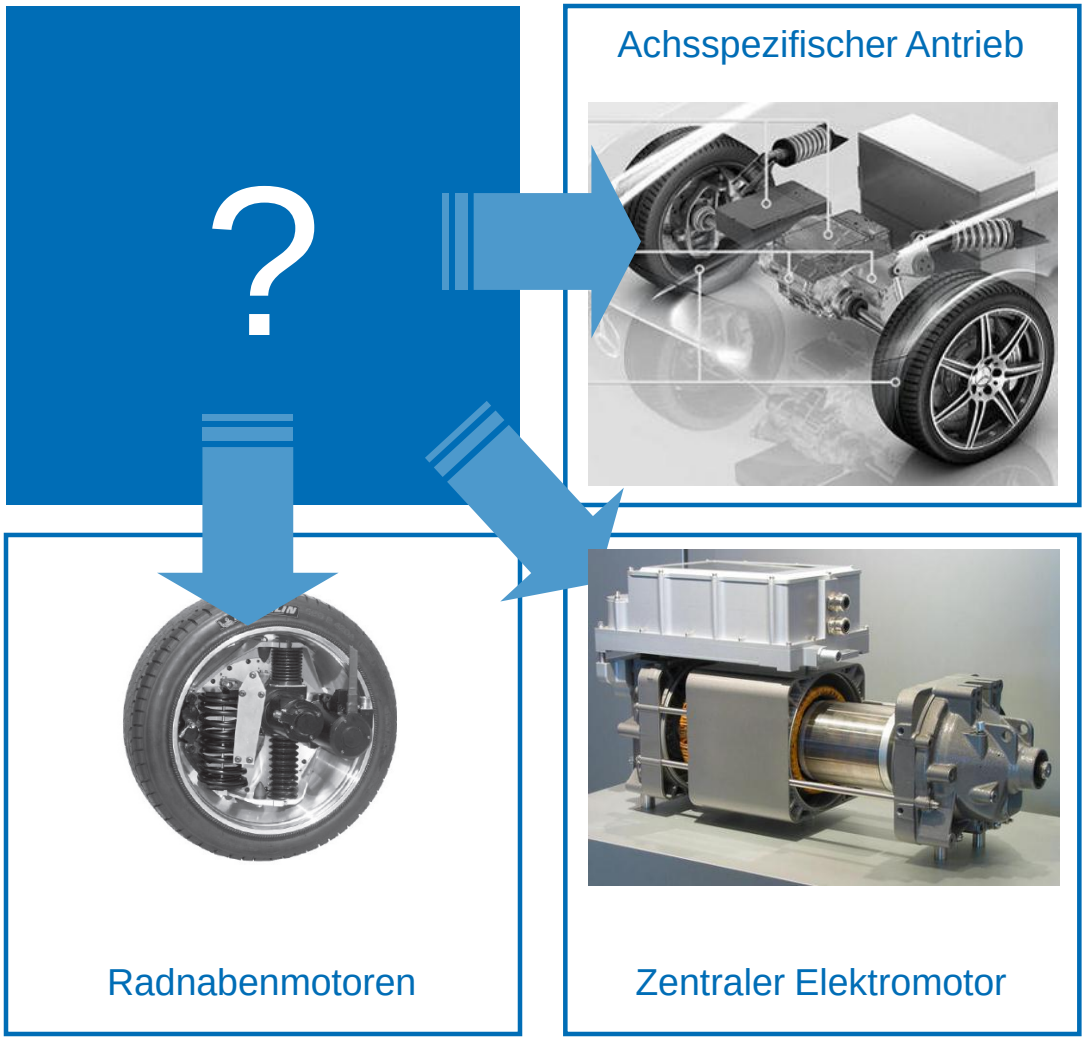


Quellen: [1)] OliverWyman (2009), FAST 2025 [2)] BCG (2008), Das nachhaltige Automobilunternehmen – oder das Comeback des Elektroautos, [3)] Bohr (2009), Automobilzulieferer in herausfordernden Zeiten [4)] RolandBerger (2009), Powertrain 2020, [5)] Frost&Sullivan (2008), Transforming the Automotive Industry – Strategic Assessment of the Global Alternativ Powertrain market

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

Neben der unsicheren Marktentwicklung gibt es keine etablierten Technologien, die Entwicklung ist ungewiss – Beispiel Antrieb



- Aus heutiger Sicht ist für viele Basistechnologien keine klare Entwicklungsrichtung zu erkennen
- Daraus resultiert ein hohes Risiko auf das „falsche Pferd“ zu setzen
- Gefahr der Verfolgung eines technologischen Exoten

„Wankelmotor des Elektrofahrzeugs“

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

Selbst Automobilhersteller können heute noch keine Gesamtfahrzeugkompetenz für Elektrofahrzeuge anbieten

Beispiele für Kooperationen

Automobil-hersteller	Komponenten des elektrischen Antriebsstrangs		
	E-Motor	Leistungselektronik	Batterie
Toyota	Fuji Heavy, Aisin	Fuji Heavy, Aisin	PEVE, Panasonic
Volkswagen	Toshiba	Toshiba	Varta, Toshiba, Sanyo
General Motors	REVA, Segway	REVA , Segway	LG/Chem, Conti, Cobasys, Hitachi
Ford	Azure Dynamics, Magna, Tanfield	Azure Dynamics, Magna, Tanfield	Johnson Controls & SAFT
Daimler	Tesla, Zytec, Conti, Remy, ZF Sachs	Tesla, Zytec, Conti, Remy, ZF Sachs	Deutsche Accumotive, Tesla, Conti, Johnson Controls-SAFT, Hitachi, LiTec, Cobasys

Beispiel: Ford Transit Connect BEV

Azure Dynamics

Johnson/ Saft

Elektromobilität ist ein Thema der Zulieferindustrie

Quelle: Herstellerangaben/ Eigene Recherche

© StreetScooter GmbH

Die technischen Hürden sind hoch - letztendlich entscheidend für den Durchbruch von Elektrofahrzeugen ist jedoch die Preisfähigkeit

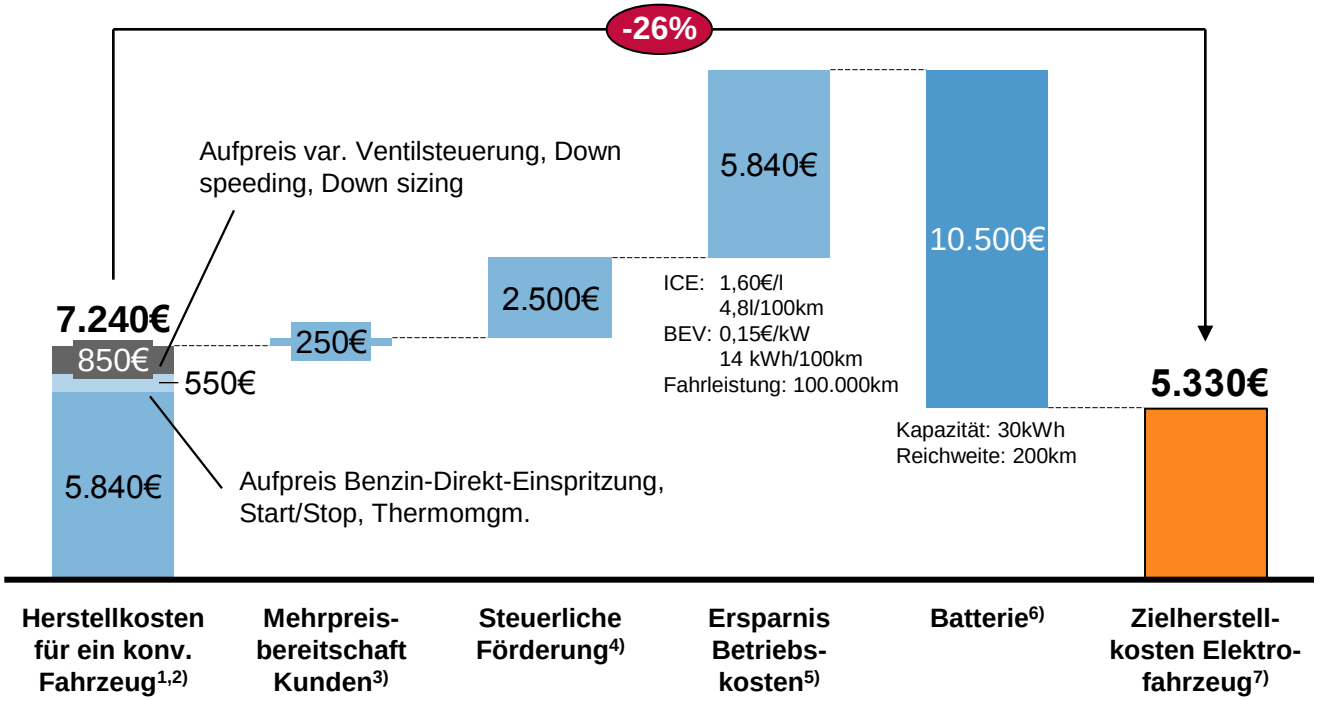
Batterietechnik

Infrastruktur

Strom-erzeugung

Beispielkalkulation der Zielherstellkosten für ein Elektrofahrzeug

(Kleinwagen 2015, Viersitzer, Reichweite 200km)



Kalkulation für einen Kleinwagen (Viersitzer, 4-Zylinder Benziner)

[1)] Bohr, B. (2009), Automobilzulieferer in herausfordernden Zeiten, Vortrag Stuttgart [2)] Eigene Recherche [3)] Roland Berger (2009), Winning the automotive powertrain race
[4)] Annahme, z.B. Besteuerung CO2, Förderung von Elektrofahrzeugen etc. [5)] 10 Jahre Haltedauer, 10.000km Jahresfahrleistung [6)] Kosten: 350€/kWh
Legende: ICE = Internal Combustion Engine, BEV = Battery Electric Vehicle

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

Das Konzept Elektroauto kann dabei auf zwei unterschiedliche Weisen umgesetzt werden

1. Conversion Design

- Umwandlung eines konventionellen Fahrzeugs
- Anpassung des Elektro-Antriebsstrangs an das Fahrzeug („Austausch Verbrennungsmotor gegen Elektromotor“)
- Kein neues Packaging

Quelle: Smart

Quelle: BMW

- **Einbindung des Fahrzeugs in bestehende Strukturen der Produktion (1 Variante mehr)**
- **Laufende Prozesse können aufrechterhalten werden**

2. Purpose Design

- Konstruktion eines eigenständigen E-Fahrzeugs
- Neues Antriebsstrangkonzept ermöglicht neues Packaging
- Neuinitiierung des „Design to Manufacture“-Prozesses mit Zielsetzung einer größtmöglichen Design-Effektivität in der Produktion

Quelle: StreetScooter

Quelle: Mindset

- **Neugestaltung der Produktionsstruktur**
- **Neuauslegung der Prozesse und Abläufe (Ablauf, Prozesstechnik) auf die neuen Fahrzeuge**

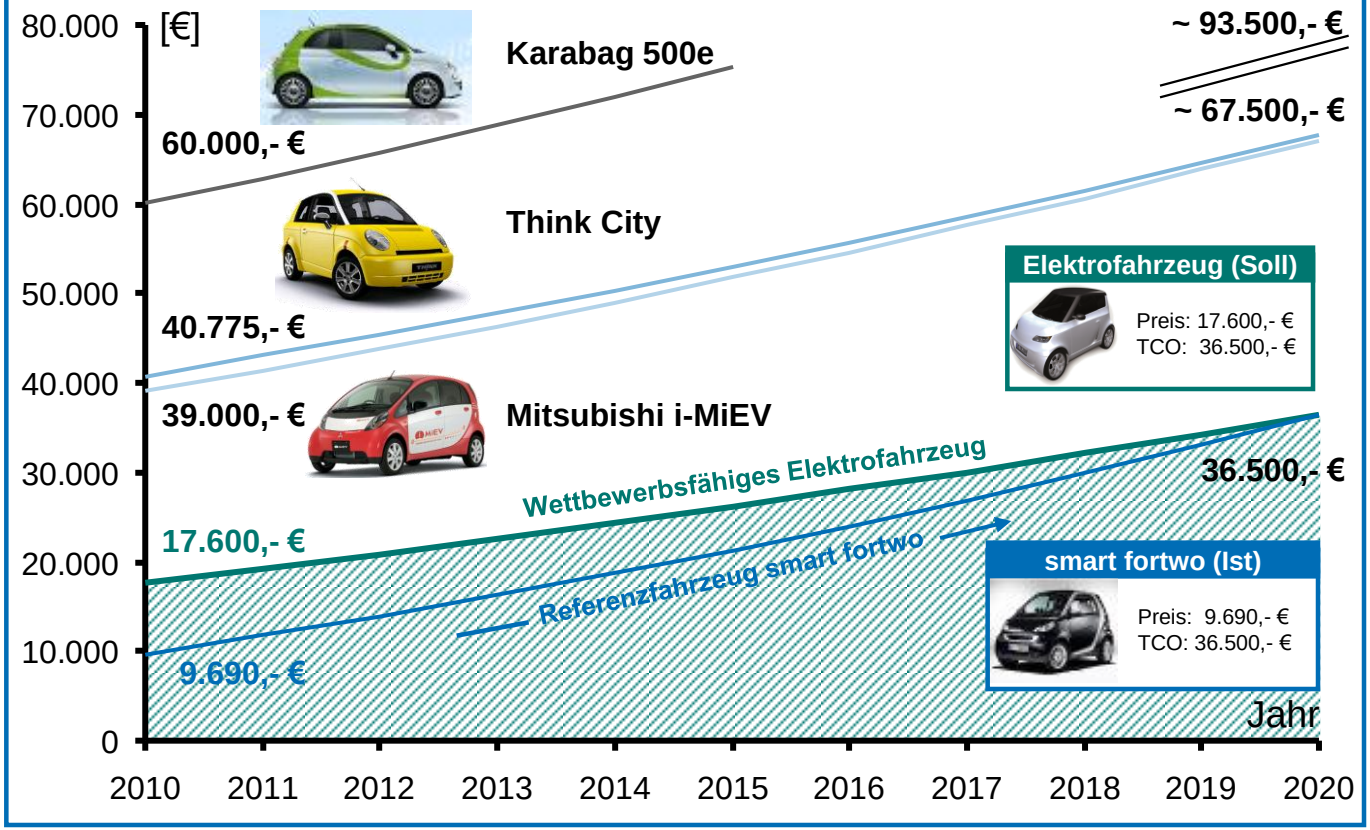
Quelle: i.A.a. Gies (2009), Elektromobilität

streetscooter!

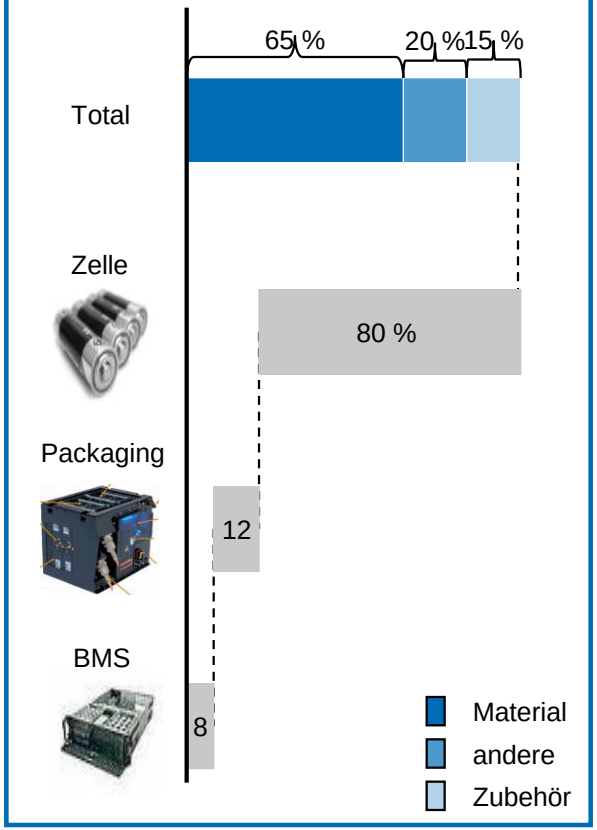
© StreetScooter GmbH

Derzeit kostet ein Elektrofahrzeug insgesamt noch etwa doppelt so viel wie ein konventioneller Kleinwagen

Gesamtkosten: heutige Elektrofahrzeuge



Kostenstruktur Batterie



Mit dem Ansatz des „Conversion Design“ werden momentan keine marktfähigen Preise erzielt!

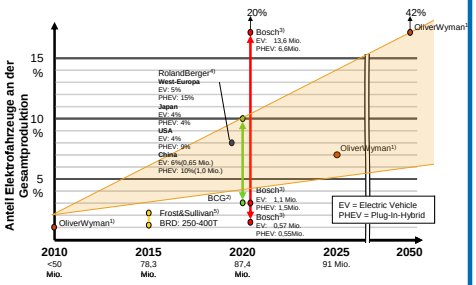
Quellen: smart, ADAC, BMWi, McKinsey; eigene Analyse; Bilder: Mitsubishi, Think, RWE; BEV = Battery Electric Vehicle; BMS = Batteriemanagementsystem

streetscooter!

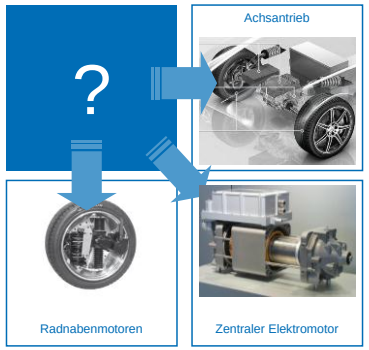
© StreetScooter GmbH

Erfolgreiche Elektrofahrzeugprojekte müssen den Herausforderungen gewachsen sein

Unsichere Marktentwicklung



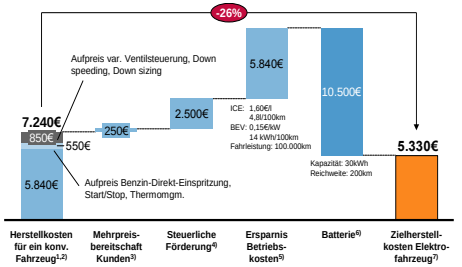
Unsichere Technologieentwicklung



Fehlende Systemkompetenz

Azure Dynamics

Hoher Kostendruck



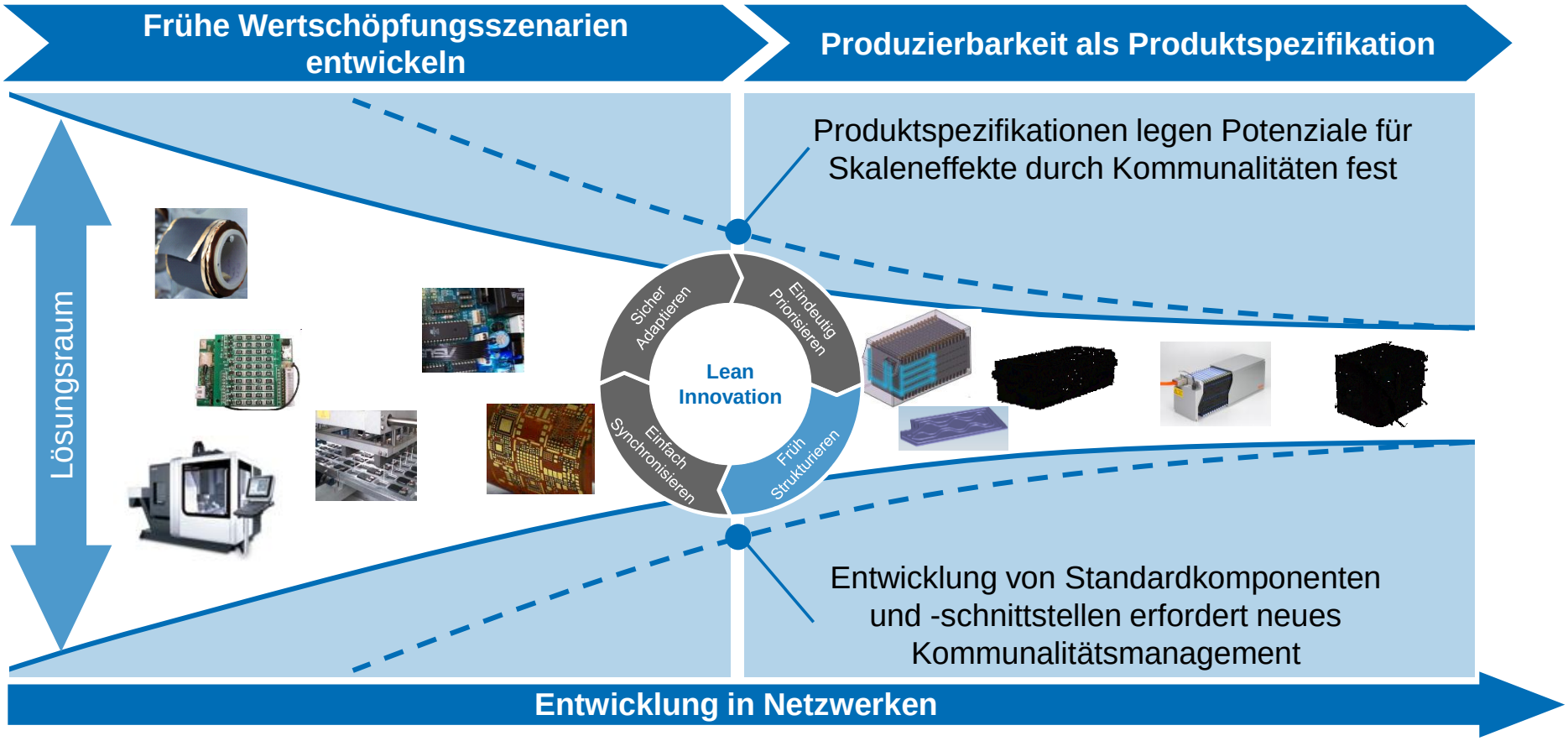
Anforderungen an die Produkt- und Prozessgestaltung

- **Kapselung von Funktionen** zur Beherrschung der unsicheren Technologieentwicklung
- **Branchenweite Standardisierung** der Schnittstellen zur Erhöhung der Stückzahl bei Basiskomponenten
- Orientierung bei der Modulgestaltung an bestehenden Kompetenzprofilen
- **Simplifizierung des Produktes:** Etablierung des Kosten-Nutzungsverhältnisses
- **Wandlungsfähigkeit der Prozesse** zur Beherrschung der unsicheren Technologieentwicklung
- **Skalierbarkeit und Stückzahlflexibilität** zur Abdeckung der unsicheren Marktentwicklung
- „Low-Cost Automation“ bei geringer Stückzahl
- **Aufbau von Wertschöpfungsnetzwerken**

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

„Integrierte Produkt- und Prozessentwicklung“: Sensibilisierung von Kostentreibern



Die Integrierte Produkt- und Prozessentwicklung dient als Befähiger zur wirtschaftlichen Produktion von Elektrofahrzeugen

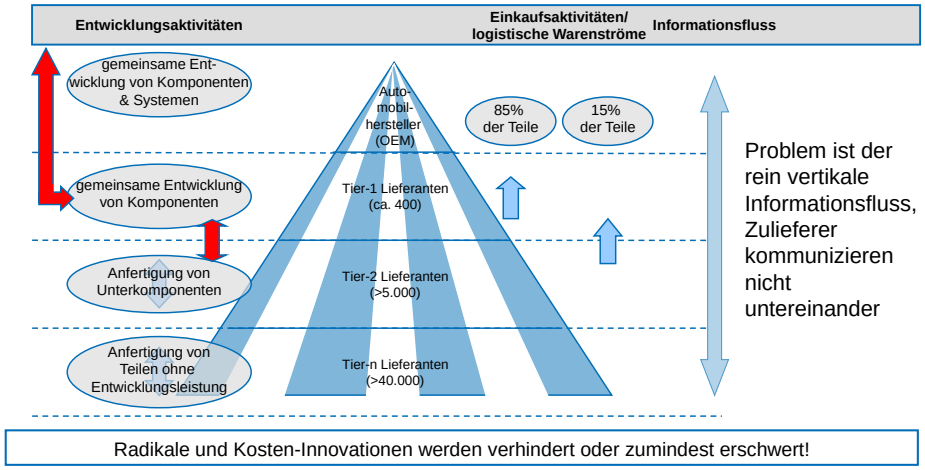
Quellen: AMT 2011

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

„Vollständige Gleichberechtigung der Partner auf allen Ebenen“: Gemeinsame Definition von Spezifikationen!

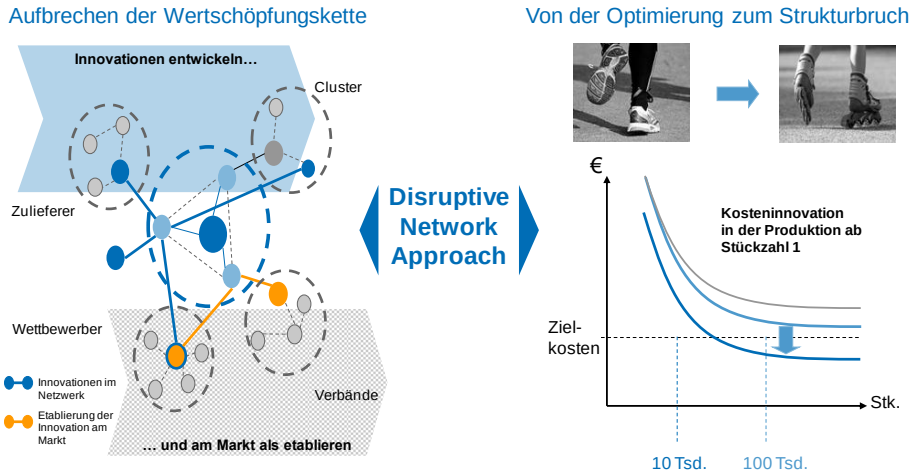
Herkömmliche, hierarchische Entwicklung



- Detaillierte und hierarchische Vorgabe von Spezifikationen
- Geschlossener Lösungsraum
- Geringe Einbindung des Know-hows der untergeordneten Zulieferer
- Keine durchgängigen Informationsflüsse, lediglich „Kommunikation 1er Stufe“

→ Gefahr einer Unterdrückung von Innovationspotenzial

Entwicklung im gleichberechtigten Netzwerk



- Vorgabe einer übergeordneten Zielsetzung, klare Kommunikation über alle Stufen der Wertschöpfung
- Gleichwertige Behandlung aller Partner entlang der Wertschöpfungskette (Technologie, Produktion)
- Gemeinsame Verhandlung und Definition von Spezifikationen im Sinne der Zielvorgaben

→ Ausnutzung des Innovationspotenzials aller Partner

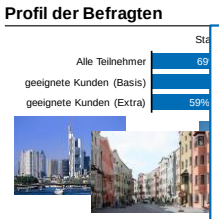
Quelle: Becker 2005, Djabarian 2002, Radermacher 1994

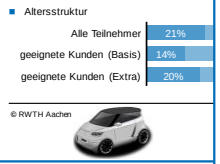
© StreetScooter GmbH

„Vermeidung von Over-Engineering“:
Was will der Kunde?

Kundenbedürfnisse abfragen

Profil der Befragten

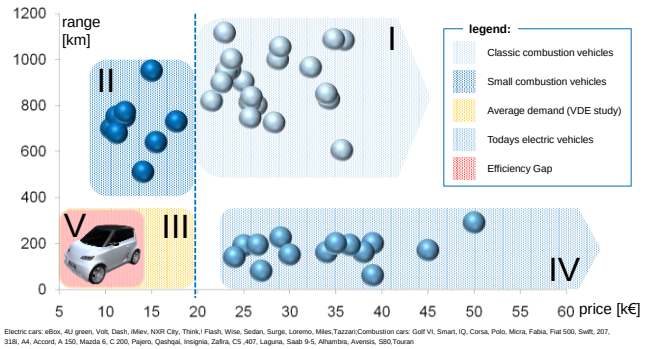




© RWTH Aachen

Funktionen kritisch hinterfragen

Zielmarkt festlegen



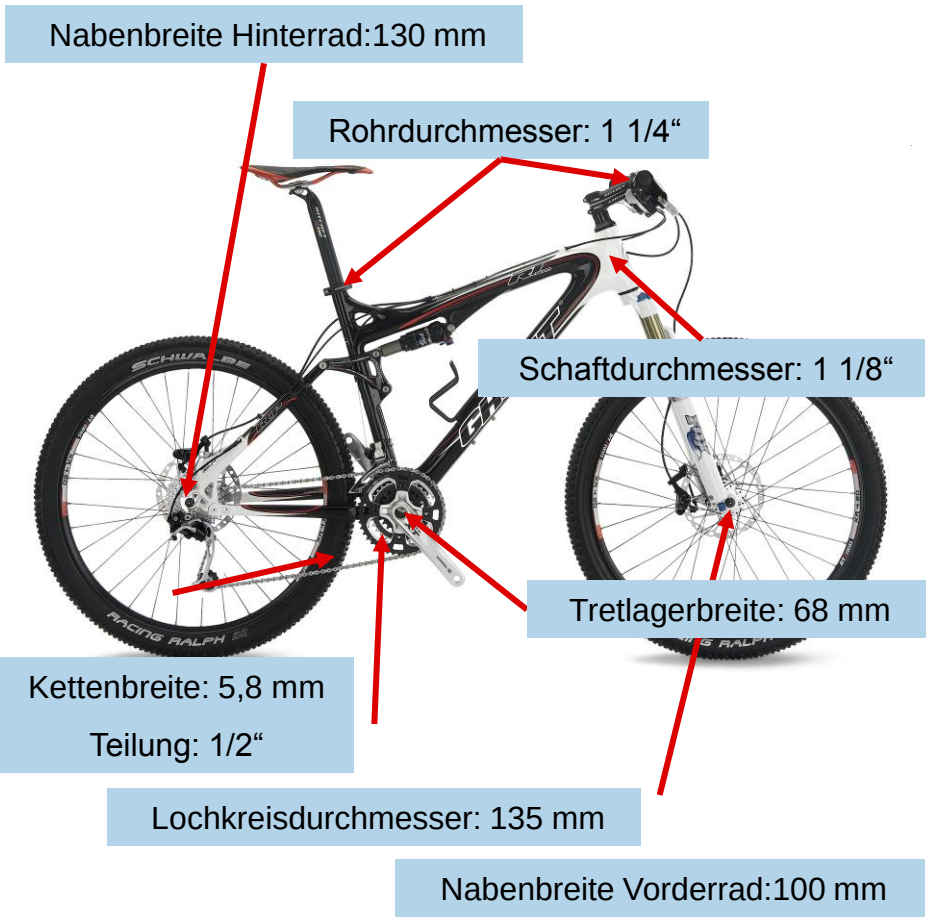
Electric cars: eBox, 4U green, Volt, Dash, iMiev, NXR City, Think,i Flash, Wise, Sedan, Surge, Loremo, Miles,Tazzari;Combustion cars: Golf VI, Smart, IQ, Corsa, Polo, Micra, Fabia, Fiat 500, Swift, 207, 318i, A4, Accord, A 150, Mazda 6, C 200, Pajero, Qashqai, Insignia, Zafira, C5 ,407, Laguna, Saab 9-5, Alhambra, Avensis, S80,Touran

Reduzierung von Komplexität in Produkten und Prozessen!

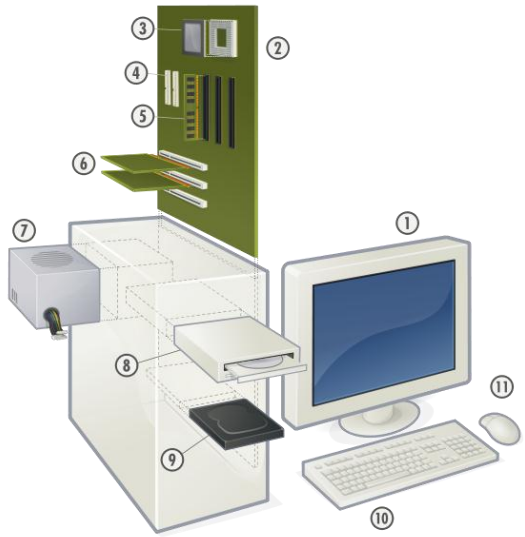
© StreetScooter GmbH

„Modularer Produktaufbau“:
Enabling eines schnellen TEchnologiewechsels

Beispiel Fahrrad



Beispiel PC



1	Monitor		
2	Hauptplatine	7	Netzteil
3	Prozessor	8	Optisches Laufwerk
4	Festplatten-Schnittstelle	9	Festplatte
5	Arbeitsspeicher	10	Tastatur
6	Erweiterungskarten	11	Maus

© StreetScooter GmbH

The StreetScooter fulfills future mobility needs

ecologic
Pure BEV
zero emission vehicle

economic
Retail price
€ 5.000,-
(excl. Battery & VAT)

Power 30 kW,
v_{max} 105 km/h,
Range 45-130 km
Consumption < 12 kWh/100 km

flexible
Made for urban needs
small - quick - various

customized
Modular built for a high degree of individuality

safe
No cut-backs concerning safety and reliability

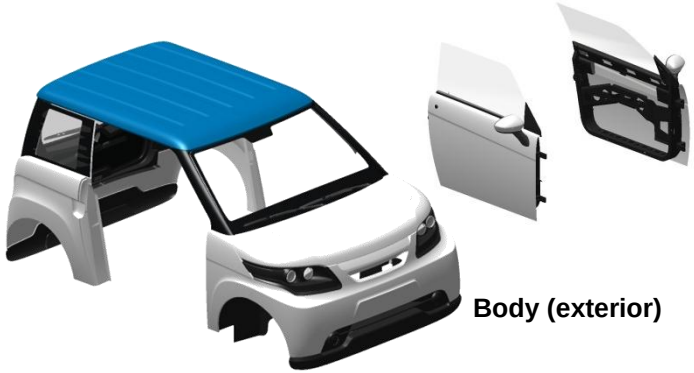
Safety **Reliability**

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

StreetScooter partner are organized in Lead Engineering Groups: decentralized component / module development

Body (structure)

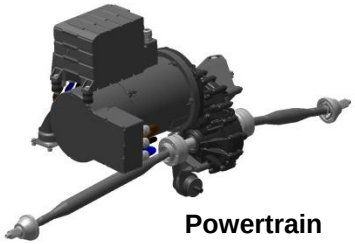


Body (exterior)

Body (interior)

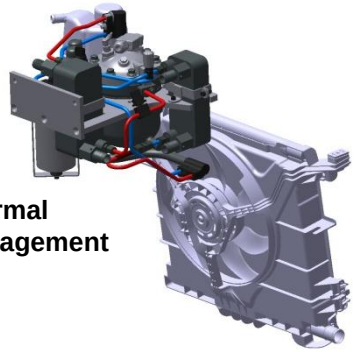
Battery

Chassis and safety systems



Powertrain

Electronics and wiring harness

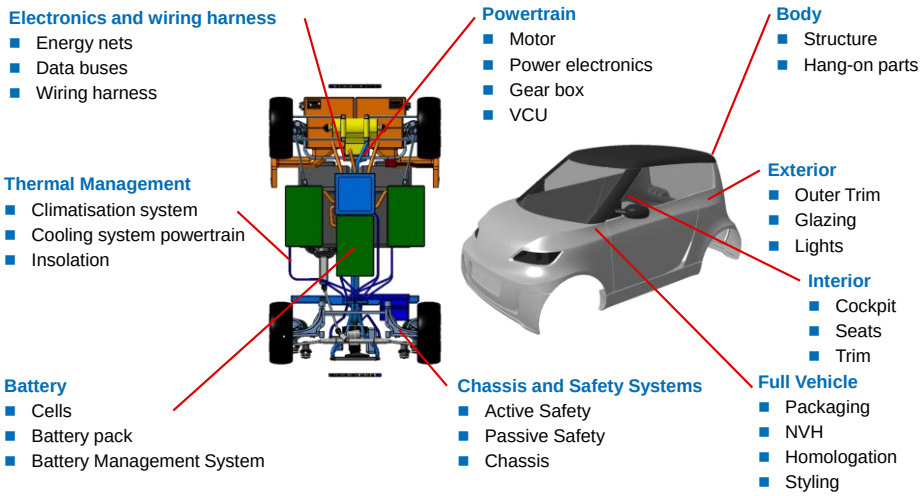


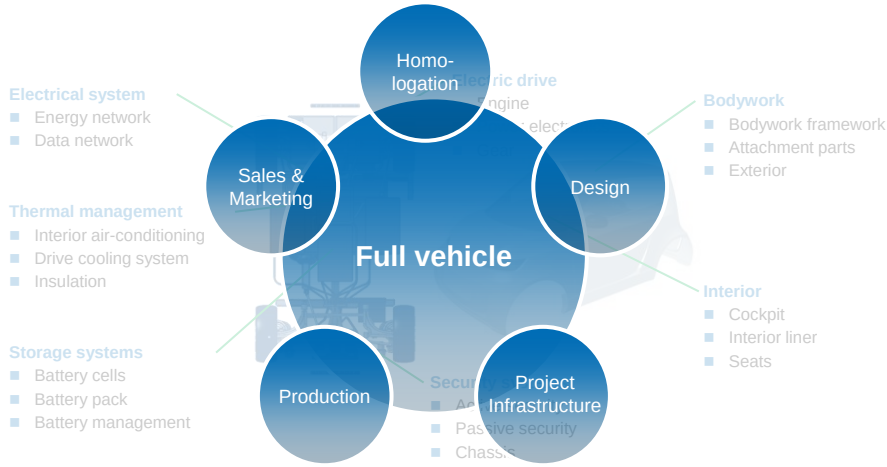
Thermal management

CAD and project data as well as PM are managed by the PLM system Windchill by PTC.

© StreetScooter GmbH

StreetScooter is not only about technology development – we also adress overlapping (cross) topics





- Electric powertrain
- Battery cells, system and management
- Thermal management and insulation
- Chassis and safety
- Body and economic lightweight design
- …

- Training, qualification, education
- Homologation
- Sales concepts
- Infrastructure, grids, charging
- Decentralized development and value creation
- …

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

Preliminary Data Sheet StreetScooter A12

Preliminary Data Sheet 9/2011 [1]

[1] data is subject to change without prior notice

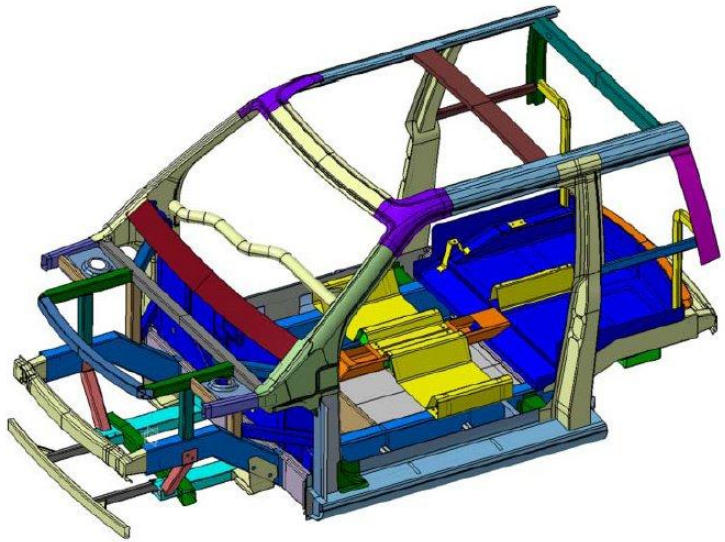
StreetScooter	Base	Comfort & Efficiency
Type	3 door 2 seater hatchback	3 door 3+1 seater hatchback
Range	40/80/120 km*	45/90/130 km*
Top Speed	105 km/h	
Motor	30 kW AC induction motor with max. 10.000 rpm	
Transmission	single stage 1:10 reduction gear with differential	
Regenerative Braking	■	
Battery	120 V-50/100/150 AH LiFePo4	
Onboard Carger	■ 3 kW (230V-16A)	
Driver Airbag	■	
Passenger Airbag	■	
Safety Belt Pretensioner	■	
ABS	■	
ESC	■	
Daytime Running Light	■	
DIN Radio Preperation	■	
Eelectric Power Steering	÷	■
Power Windows	÷	■
Central Locking	÷	■
LED Front & Back Light	÷	■
Infotainment System	÷	■
Air Condition	÷	■
Add. Cabin insulation	÷	■
Wheels	■ 6Jx15	
Tyres	■ 165/65 R15	
	■ Standard	÷ not available
	☐ Option	* depending on battery size

Dimensions & Facts	
Length (OAL)	3000 mm
Width (OAW)	2016 mm
Height (OAH)	1512 mm
Ground Clearance	160 mm
Wheel Base	2100 mm
Track Width Front	1465 mm
Track Width Rear	1480 mm
Curb Weight	750 kg
incl. 1 Battery Module	835 kg
incl. 2 Battery Modules	920 kg
incl. 3 Battery Modules	1000 kg
Gross Weight	1250 kg
Driven Axle	front
Front Suspension	McPherson, disc brakes
Rear Suspension	twist beam, drum brakes

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

LEG 1 – Body: Tragende Rolle



Auszug Themen der Innovationsagenda

- Wirtschaftlicher Leichtbau
- Reduzierter Materialeinsatz
- Optimierte Crashstruktur
- Neue Fügetechnologien und –verfahren
- Fahrzeugsicherheit

Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

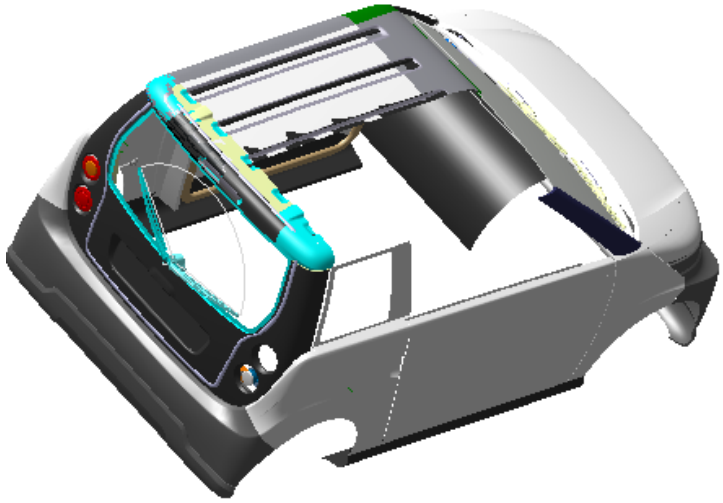
- Kosteneffizienter Rohbau bei geringer Stückzahl
- Stückzahlskalierbares Produktionssystem
- Modulare Struktur: hoher Anteil Gleichteile bei Ableitung weiterer Derivate (Friends, Pick-up, Van, Coupé, Cabrio) → Längenskalierung
- Einfache Fertigungsverfahren

streetscooter!

ThyssenKrupp GEDIA KIRCHHOFF

© StreetScooter GmbH

LEG 2 – Exterior: schlicht, einfach, leicht



Auszug Themen der Innovationsagenda

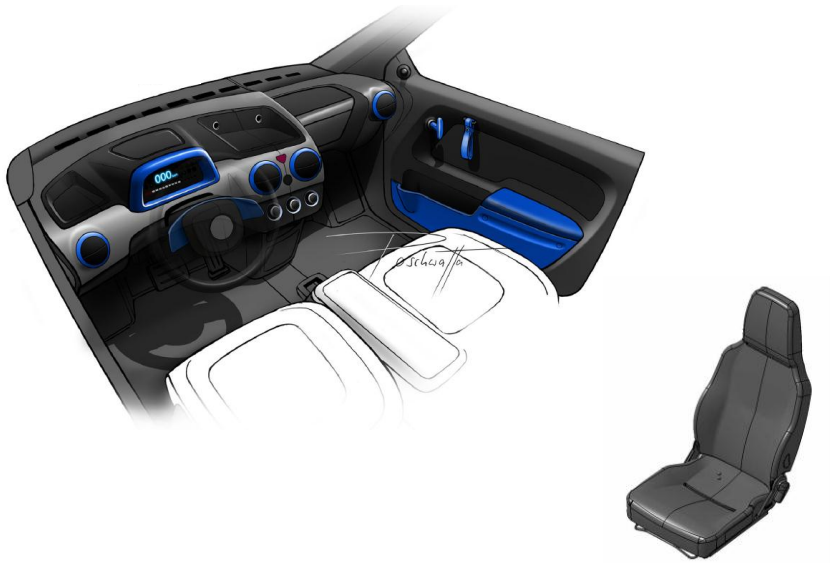
- Isolation der Außenhaut (Bsp. Passivhaus), Integriertes Thermomanagement
- neue Materialien
- Variable Anbindungskonzepte
- Automatisierte Produktion/ Anbringung der Außenhautteile

Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

- Kosteneffiziente Fertigungsverfahren, Identifikation von Stückzahlsprüngen
- Intelligente Anbindung der Außenhaut an die Struktur
- Dichtungskonzepte

© StreetScooter GmbH

LEG 3 – Interior: einfach nur clever



Auszug Themen der Innovationsagenda

- neue Werkstoffe
- modulare Werkzeugkonzepte
- Businessmodelle
- Shared Ressources

Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

- intelligente Bedienkonzepte (Reduzierung auf das Wesentliche)
- Individualisierung (Bsp. Apple App Store)
- Einfache Herstellprozesse, kostengünstige Werkzeuge
- Sitzkonzept/ Package

streetscooter!

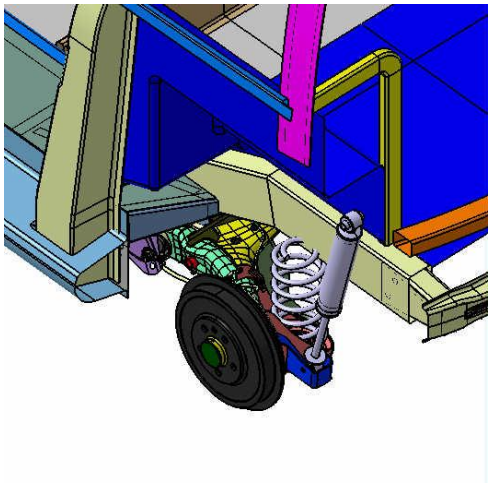
KUSSMAUL

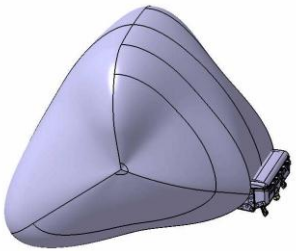
RÖCHLING Kompetenz in Kunststoff

ISRI ISRINGHAUSEN

© StreetScooter GmbH

LEG 4 – Chassis & Safety Systems: reduzierte Anforderungen, aber trotzdem sicher





Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

- Anpassung an die Bedürfnisse der Elektromobilität (carry over)

Auszug Themen der Innovationsagenda

- Vereinfachte Fertigungsverfahren
- Kostengünstige Produktion
- Purpose Design
- Fahrerassistenz
- Car-to-Car Kommunikation

streetscooter!

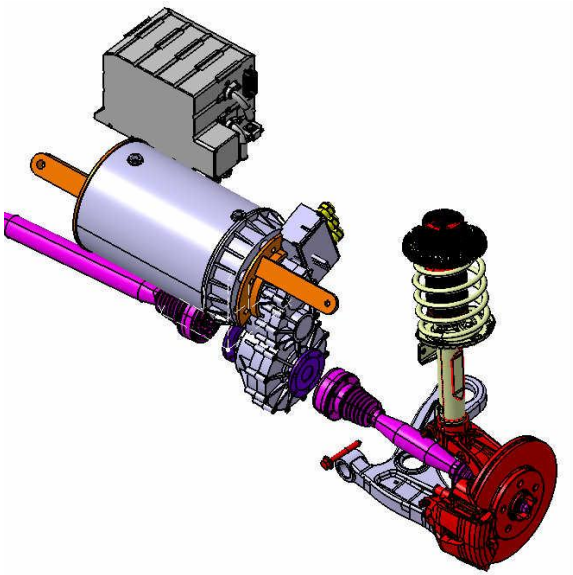
HEGGEMANN

Eibach SPRINGS

TRW Automotive

© StreetScooter GmbH

LEG 5 – Powertrain: Kostengünstig



Auszug Themen der Innovationsagenda

- Achsnaher Antrieb
- vereinfachtes ESP
- Wirkungsgradsteigerung

Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

- Einmotorenkonzept
- Bauraumoptimierung
- Steuerungskonzepte
- Skalierbares Produktionskonzept
- modulare Bauweise

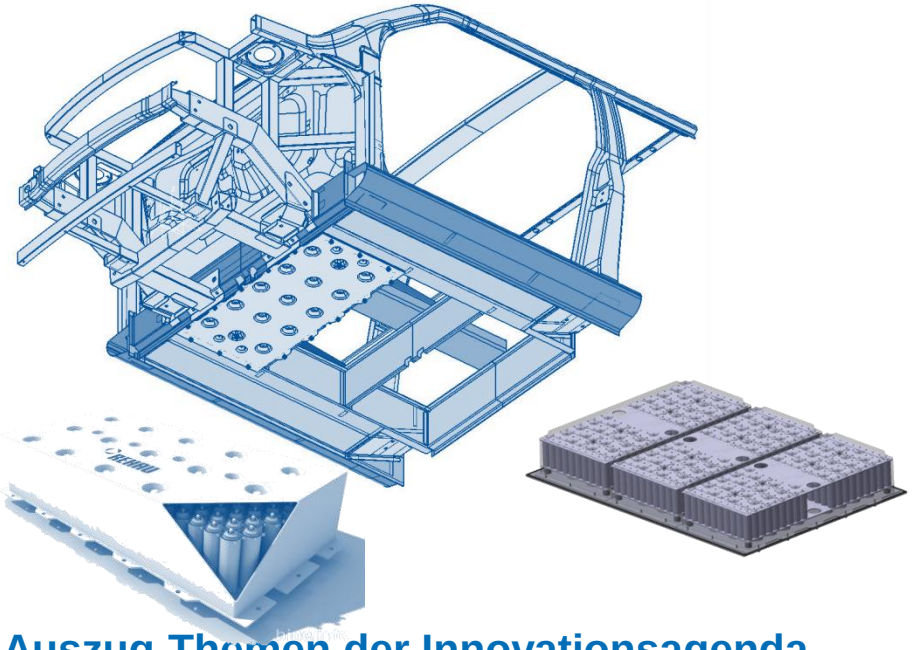
WITTENSTEIN AG

GIF

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

LEG 6 – Battery: Sicher – auch beim Crash



Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

- Skalierbares Konzept
- Reduzierte Spannung
- einfache und Kostengünstige automatisierte Produktion
- Crashsicherheit
- BMS

Auszug Themen der Innovationsagenda

- Businessmodelle
- Wirkungsgradsteigerung Leistungsumrichter 60V
- Werstschöpfungsnetze
- Produktionsanlauf
- Werkstückträgerkonzepte

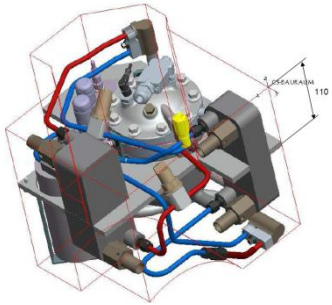
streetscooter!

o·m·t

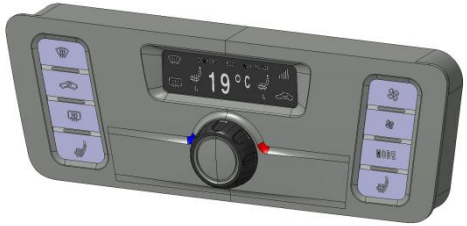
REHAU
Unlimited Polymer Solutions

© StreetScooter GmbH

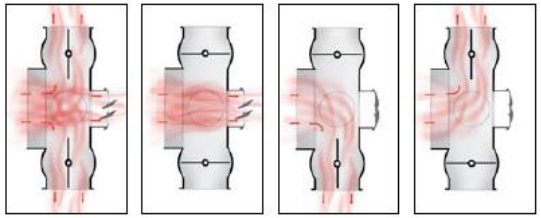
LEG 7 – Thermal Management: wie ein Passivhaus

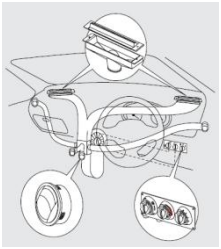


AC with CO2-heatpump



HVAC-Control Unit





Cabin air flow investigation

Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

- einfache Thermomanagementkonzepte
- Effizient
- Reichweitengarantie
- Körpernahe Klimatisierung

Auszug Themen der Innovationsagenda

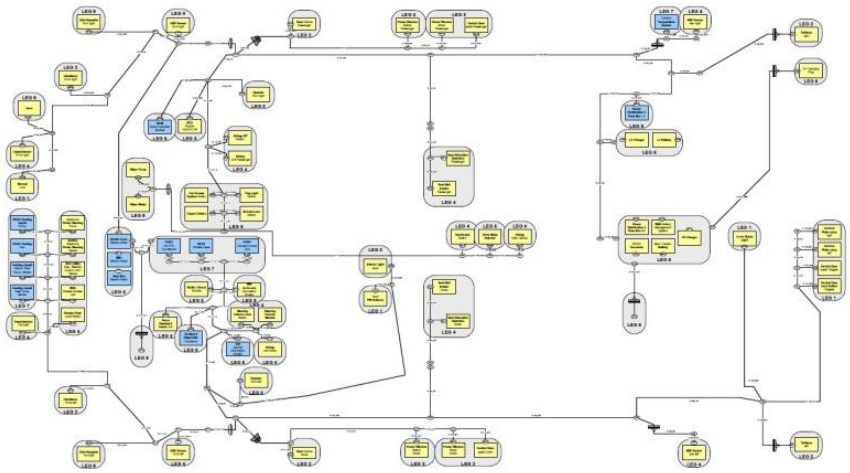
- Integriertes Thermomanagement (Innenraum, Batterie, Leistungselektronik, Motor)
- Wärmepumpe

BHTC COMFORT IN MOTION ixetic

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

LEG 8 – Electronic & Wireing Harness: zugeschnitten auf Elektromobile

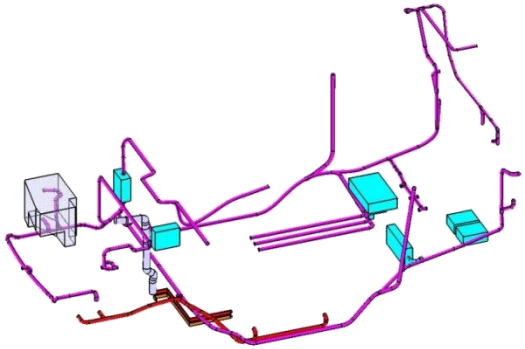


Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

- Sicherheitskonzepte
- einfache Montage, modulare Bauweise
- Schnittstellengestaltung
- Intelligente Vernetzung
- Kabelführung

Auszug Themen der Innovationsagenda

- neue Materialien
- automatisierte Produktion
- Vorkonfektionierung
- Anlieferkonzepte



Dräxlmaier

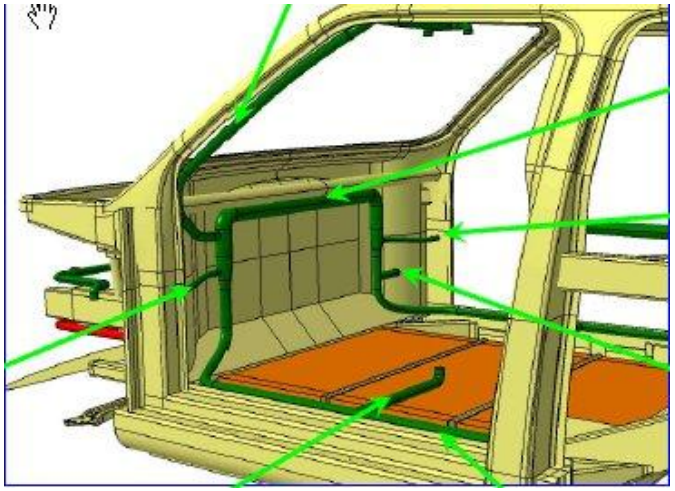
HELLA

msc

streetscooter!

© StreetScooter GmbH

LEG 8 – Electronic & Wiring Harnesses: zugeschnitten auf Elektromobile



Auszug aktuelle Entwicklungsthemen

- Sicherheitskonzepte
- einfache Montage, modulare Bauweise
- Schnittstellengestaltung
- Intelligente Vernetzung
- Kabelführung

Auszug Themen der Innovationsagenda

- neue Materialien
- automatisierte Produktion
- Vorkonfektionierung
- Anlieferkonzepte

Dräxlmaier

HELLA

streetscooter

© StreetScooter GmbH

Suchen Sie ein Unternehmen als Praxisbeispiel für Ihre Studien- und Diplomarbeit?

Kontaktieren Sie mich!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

reil@streetscooter.eu

www.streetscooter.eu

streetscooter!

© StreetScooter GmbH